



⑪ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 102 52 974 A 1**

⑥ Int. Cl. 7:  
**G 05 G 1/00**  
F 16 D 23/12

⑳ Aktenzeichen: 102 52 974.4  
㉔ Anmeldetag: 14. 11. 2002  
㉕ Offenlegungstag: 3. 7. 2003

DE 102 52 974 A 1

③① Unionspriorität:  
10/038816 21. 12. 2001 US

⑦① Anmelder:  
GKN Automotive Inc., Michigan, US

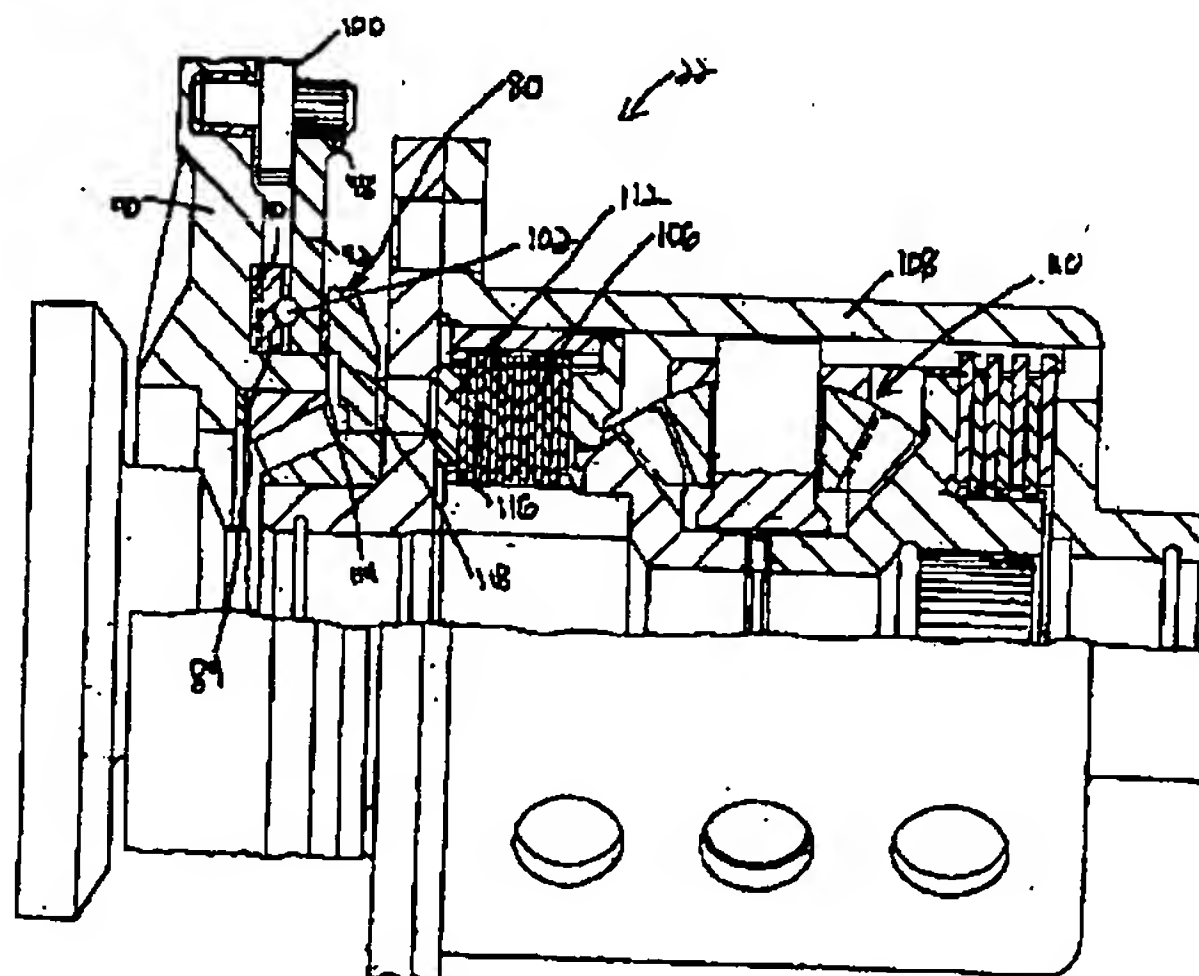
⑦④ Vertreter:  
Harwardt Neumann Patent- und Rechtsanwälte,  
53721 Siegburg

⑦② Erfinder:  
Gaßmann, Theodor, Dipl.-Ing., 53721 Siegburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Einrückmechanismus mit zweistufigem Rampenwinkel

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen Einrückmechanismus zur Verwendung in einem Fahrzeug und umfaßt ein Gehäuse. Der Einrückmechanismus weist ferner eine erste Kugelrampenscheibe auf, die auf einer Seite mit dem Gehäuse zusammenwirkt. Die erste Kugelrampenscheibe hat erste Rampen auf der Seite, die mit dem Gehäuse zusammenwirkt. Die erste Kugelrampenscheibe schließt zweite Rampen mit einem vorbestimmten Winkel ein, die auf einer Seite vorgesehen ist, die dem Gehäuse abgewandt ist. Der Einrückmechanismus umfaßt ferner eine drehbar angetriebene Kugelrampenscheibe nächst der ersten Kugelrampenscheibe auf einer Seite, die dem Gehäuse abgewandt ist. Der Einrückmechanismus weist auch ein Federelement auf, das zwischen der ersten Kugelrampenscheibe und der zweiten Kugelrampenscheibe angeordnet ist. Der Einrückmechanismus wird verwendet, um ein Reibungskupplungspaket eines Fahrzeug-Antriebsstrangsystems einzurücken.



DE 102 52 974 A 1

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## 1. Erfindungsgebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Einrückvorrichtungen zur Verwendung in Kraftfahrzeugen im allgemeinen und eine elektromechanische Einrückvorrichtung zur Verwendung mit einer Reibungskupplung zur Steuerung des Drehmoments im Antriebsstrang eines Fahrzeugs im besonderen.

## 2. Stand der Technik

[0002] Drehmomentverteilungssysteme für Kraftfahrzeuge sind seit vielen Jahren bekannt. Die Drehmomentverteilungssysteme werden entweder in einer Vorderachse oder einer Hinterachse oder zwischen den Achsen eines Kraftfahrzeugs verwendet. Im allgemeinen liefern die Drehmomentverteilungssysteme ununterbrochen Drehmoment an ein Rad, wobei entweder ein festgelegter Prozentsatz verfügbar gemacht oder Drehmoment nach Bedarf verteilt wird. Drehmomentverteilungssysteme verfügen über eine Einrückvorrichtung irgendwelcher Art, die eine Reibungskupplung einrückt, die eine Mehrzahl von Lamellen umfaßt. Es wurden bereits viele Arten von Vorrichtungen, z. B. elektrischer, hydraulischer, und mechanischer oder elektromechanischer Art konstruiert, um die Reibungskupplung einzurücken. Eine der beliebteren Konstruktionen umfaßt die Verwendung eines Kugelrampenmechanismus, um Drehbewegung in eine axiale Verschiebung umzuwandeln. Diese Axialverschiebung wird erzeugt, indem ein Drehmoment von der Drehung des Kugelrampenmechanismus hergenommen und dieses Drehmoment in eine axiale Kraft umgewandelt wird, mit der eine Reibungskupplung beaufschlagt wird. Diese Reibungskupplungen verteilen dann Drehmoment auf verschiedenste Art durch das Drehmomentverteilungssystem an die Antriebswelle oder eine Achswelle des Fahrzeugs.

[0003] Es gibt zahlreiche verschiedene Konstruktionsvarianten bei konventionellen Kugelrampenmechanismen. Im allgemeinen definiert dabei der Rampenwinkel des Kugelrampenmechanismus das Umwandlungsverhältnis zwischen Drehmoment und Kraft sowie den erforderlichen Drehwinkel, der nötig ist, um die erforderliche axiale Weglänge zurückzulegen.

[0004] In diesen Systemen nach dem Stand der Technik wird die erforderliche axiale Weglänge zum Einrücken des Kupplungspakets durch die Summe der Bautoleranzen, das Setzen und den Verschleiß des Kupplungspakets sowie den erforderlichen Freigang des Kupplungspakets im offenen nicht-eingrückten Zustand bestimmt. Darüber hinaus weisen diese konventionellen Systeme eine notwendige Anzahl von Kugeln im Kugelrampenmechanismus sowie einen vorbestimmten Umfang des Kugelkreises auf, was ebenfalls den verfügbaren Drehwinkel definiert, welcher dann in Kombination mit einem beliebigen Rampenwinkel des Kugelrampenmechanismus die verfügbare axiale Hublänge bestimmt.

[0005] Die Kugelrampenmechanismen nach dem Stand der Technik weisen jedoch eine Reihe von Nachteilen auf. Einer dieser Nachteile besteht darin, dass zum Begrenzen des erforderlichen Einrückdrehmoments eine kleiner Rampenwinkel nötig ist, während gleichzeitig zum Bereitstellen der größtmöglichen Einrückweglänge bei maximaler Anzahl der Kugeln ein großer Winkel erforderlich wird. Diese beiden Forderungen sind einander entgegengesetzt und füh-

ren bei der Konstruktion aller konventionellen Kugelrampenmechanismen zu einem Kompromiß, insofern als das Kupplungspaket durch Beilegescheiben ausgeglichen wird, um die Toleranzen zu minimieren, und hohe Einrückdrehmomente erforderlich sind, um die nötige Einrückweglänge zurückzulegen. Ein weiteres Problem bei Vorrichtungen nach dem Stand der Technik besteht darin, dass die erforderliche axiale Kraft, die zur Betätigung des Kugelrampenmechanismus nötig ist, während des Einrückens nicht konstant ist, sie ist eher klein oder schwach, solange das System des Kugelrampenmechanismus alle Spiele wie z. B. Toleranzen und Kupplungspaketfreigänge überwindet oder beseitigt, um Verluste zu verringern. Die Kraft steigt dann progressiv an, wenn das Kupplungspaket tatsächlich einzurücken beginnt. Bei einem konstanten Rampenwinkel würde es nicht zu dieser Schwankung der axialen Kraft während des Einrückvorgangs kommen. Weitere Versuche wurden unternommen, um dieses Problem der nicht-konstanten Axialkraft während des Einrückvorgangs zu lösen, z. B. mit einer Rampe mit einem degressiven Winkel, wobei jedoch diese Rampe mit degressivem Winkel nur dann funktioniert, wenn die Position der Kugeln perfekt in Bezug auf die Einrückanordnung der Kupplung definiert ist. Darüber hinaus beeinflussen Einbautoleranzen und Verschleiß des Kupplungspakets die Arbeitsposition der Kugeln während des Einrückvorgangs und dadurch auch die Funktion der degressiven Rampe. Dies verursacht Probleme beim Einrückvorgang und bei der Zeitdauer, die nötig ist, um das Kupplungspaket in der erforderlichen Weise einzurücken.

[0006] Aus diesem Grund besteht ein Bedarf in der Technik an Kugelrampenmechanismen, die eine konstante Axialkraft während des Einrückens des Kupplungspakets aufbringen, während gleichzeitig das Auftreten der Verzögerung für das tatsächliche Einrücken der Kupplung verringert wird. Außerdem besteht ein Bedarf in der Technik an einer präziseren Steuerung des Betrages der Axialbelastung, mit der das Kupplungspaket beaufschlagt wird, wodurch eine definitivere Ansprechgeschwindigkeit auf die Bedingungen im Fahrbetrieb sichergestellt wird.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0007] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine verbesserte Einrückvorrichtung für eine Reibungskupplung bereitzustellen.

[0008] Zur Lösung der vorgenannten Aufgabe wird ein Einrückmechanismus zur Verwendung in einem Gehäuse in einem Kraftfahrzeug offenbart. Der Einrückmechanismus umfaßt eine erste Kugelrampenscheibe, die auf einer Seite mit dem Gehäuse zusammenwirkt. Der Einrückmechanismus weist darüber hinaus nächst der ersten Kugelrampenscheibe eine zweite Kugelrampenscheibe auf der dem Gehäuse abgewandten Seite auf. Ferner umfaßt der Einrückmechanismus eine Feder, die zwischen der ersten Kugelrampenscheibe und der zweiten Kugelrampenscheibe angeordnet ist. Die erste Rampenscheibe umfaßt erste Rampen auf der Seite, die mit dem Gehäuse zusammenwirkt sowie zweite Rampen auf der Seite, die den ersten Rampen abgewandt ist. Die zweite Kugelrampenscheibe weist Rampen auf der Seite auf, die neben der ersten Kugelrampenscheibe liegt.

[0009] Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht in einem neuen und verbesserten Einrücksystem für Reibungskupplungen.

[0010] Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt in einem doppelstufigen Rampenmechanismus zur Verwendung in einer Reibungskupplung.

[0011] Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist es, einen dop-



pelstufigen Rampenmechanismus für eine elektromechanische Einrückvorrichtung vorzuschlagen.

[0012] Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt in einer Einrückvorrichtung, die einen selbstregulierende Mechanismus umfaßt.

[0013] Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht in einer Einrückvorrichtung, die ein Einrückverhältnis mit einem kleinen Winkel bei geringen Einrückkräften und ein Verhältnis mit großem Winkel bereitstellt, wenn die Kupplung eine hohe Einrückkraft braucht.

[0014] Darüber hinaus ist es ein Vorteil der Erfindung, daß der Einrückmechanismus die erforderliche Winkelbewegung und das nötige Drehmoment verringert, indem die Einrückkraft und die Einrückhublänge maximiert werden.

[0015] Ferner ist bei der vorliegenden Erfindung von Vorteil, daß die Vorrichtung in Abhängigkeit von den verschiedenen Stadien des Einrückvorgangs des Kupplungspakets automatisch von einem hohen Rampenwinkel zu einem kleinen Rampenwinkel wechselt.

[0016] Weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung und den anliegenden Ansprüchen in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen deutlich.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0017] Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht eines Fahrzeugs;

[0018] Fig. 2 zeigt eine Explosionsdarstellung eines Einrücksystems nach dem Stand der Technik;

[0019] Fig. 3 zeigt einen Querschnitt durch einen Kugelrampen-Einrückmechanismus nach dem Stand der Technik;

[0020] Fig. 4 zeigt einen Querschnitt durch einen Kugelrampen-Einrückmechanismus gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0021] Fig. 5 zeigt einen Graph, bei dem die axiale Weglänge über dem Drehwinkel aufgetragen ist; und

[0022] Fig. 6 zeigt einen Teilquerschnitt eines erfindungsgemäßen Achsdifferentials.

Vorteilhafteste Durchführung der Erfindung und Beschreibung der bevorzugten Ausführung(en)

[0023] In den Zeichnungen ist ein doppelstufiger Rampenmechanismus 80 zur Verwendung in einem elektromechanischen Einrücksystem für eine Reibungskupplung dargestellt. Der doppelstufige Rampenmechanismus 80 kann entweder in der Vorderachse oder der Hinterachse eines Kraftfahrzeugs verwendet werden. Es kann in jeder Art von Antriebsstrangsystem Verwendung finden, z. B. in einem Allradantrieb, Vorderradantrieb oder Hinterradantrieb.

[0024] Fig. 1 zeigt schematisch ein Kraftfahrzeug 12 mit einem Allrad- oder Vierradantrieb, welches primär über die Vorderachse angetrieben wird, wobei jedoch die vorliegende Erfindung auch für ein primär über die Hinterachse angetriebenes Fahrzeug verwendet werden kann. Ein Kraftfahrzeug 12, wie es in Fig. 1 gezeigt ist, wird ständig über eine Vorderachse 15 angetrieben. Das Kraftfahrzeug 12 wird von der Kraft angetrieben, die vom Motor 16 über ein Getriebe 18 übertragen wird, welches entweder ein Automatik- oder ein Schaltgetriebe sein kann. Die Kraft vom Getriebe 18 wird zum Verteilergetriebe 20 der Antriebsstranganordnung und schließlich zum Vorderachsdifferential 30 weitergeleitet. Bei Bedarf wird Kraft über eine Längs- oder Antriebswelle 24 zum Hinterachsdifferential 22 übertragen. Am Hinterachsdifferential 22 wird die Kraft auf eine linke Hinterachswelle 26 und eine rechte Hinterachswelle 28 aufgeteilt, um die Kraft auf die Hinterräder des Fahrzeugs zu

verteilen. Das Vorderachsdifferential oder Vorderachsmotul 30 verteilt das Drehmoment zwischen der linken Vorderachswelle 32 und der rechten Vorderachswelle 34. In einem Fahrzeug mit Allradantrieb wird die Antriebskraft sowohl zum Hinterachsdifferential 22 als auch zum Vorderachsdifferential 30 übertragen, wobei die Vorderachse 15 eine primär angetriebene Achse ist, während die Hinterachse 14 nur Antriebskraft bei Bedarf erhält. Eine Ausführung der vorliegenden Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit Allradantrieb, bei dem auf jedes Rad der sekundär angetriebenen Achse unabhängig voneinander Drehmoment übertragen wird, in Abhängigkeit davon, welche Räder auf der Straße gerade durchdrehen oder nicht durchdrehen. Das Hinterachsdifferential 22 der vorliegenden Erfindung kann entweder in der Vorder- oder der Hinterachse einer Allradantriebseinheit oder sogar sowohl in der Vorder- als auch der Hinterachse verwendet werden. Ein Ende der Längswelle 24 weist ein Ritzel auf, welches drehbar durch das Achsdifferentialgehäuse 40 gehalten wird und die erforderliche Antriebskraft überträgt, um die Achswellen 26, 28 und die Räder zu drehen.

[0025] Fig. 2 zeigt eine Einrückvorrichtung nach dem Stand der Technik. Die konventionelle Einrückvorrichtung 42 umfaßt eine Mehrzahl von Reibscheiben 44, die nebeneinander an einem Ende der Vorrichtung angeordnet sind. Auf einer Seite der Reibscheiben 44 liegt ein Druckring 46 an. Auf der den Reibscheiben 44 abgewandten Seite des Druckrings 46 liegt dann ein Druckaufnahmering 48 an dem Druckring 46 an. Nächste dem Druckaufnahmering 48 befindet sich eine Aufspreiz- und Druckscheibe 50, die eine Mehrzahl von Kugelrampen auf einer ihrer Seiten aufweist und die nicht-drehbar im Gehäuse befestigt ist. Eine Mehrzahl von Aufspreizkugeln 52 wirken mit den Kugelrampen zusammen und sind innerhalb der Kugelrampen angeordnet. Die Aufspreizkugeln 52 wirken auf einer der Aufspreiz- und Druckscheibe 50 gegenüberliegenden Seite mit einer Stellscheibe 54 zusammen, die ebenfalls eine Mehrzahl von Kugelrampen auf einer ihrer Seiten umfaßt. Die Aufspreizkugeln 52 sind sowohl mit der Stellscheibe 54 als auch mit der Druckscheibe 50 in Kontakt, wobei die Aufspreizkugeln 52 innerhalb der Kugelrampen jeder Seitenfläche angeordnet sind. Die Stellscheibe 54 hat eine vorbestimmte Kreisbogenfläche am Außenumfang mit einer Mehrzahl von Zähnen 56. Der Kugelrampen-Einrückmechanismus 42 umfaßt darüber hinaus einen Stellmotor 58 mit einem Untersetzungsgetriebe 60, welches mit den Zähnen 56 am Außenumfang der Stellscheibe 54 kämmt. Der Stellmotor 58 ist mit einer Steuereinheit oder einem Computersystem verbunden. Die Steuereinheit liefert den erforderlichen Strom an den Motor 58, um das Untersetzungsgetriebe 60 in Wirkung zu bringen, wodurch ein Drehmoment auf die Stellscheibe 54 übertragen ein Drehmoment auf die Stellscheibe 54 übertragen wird. Sobald sich die Stellscheibe 54 dreht, beeinflussen sich die Aufspreizkugeln 52 und die Kugelrampen an der Druckscheibe 50 gegenseitig und erzeugen aufgrund des Drehmoments eine axiale Kraft. Die axiale Kraft wird auf den Druckring 46 übertragen, wodurch sie auf die Reibscheiben 44 weitergeleitet wird und die Reibscheiben 44 zusammengedrückt werden und wodurch auf diese Weise eine Drehmomentübertragung zwischen einem Antriebsdrehmoment und einer Welle eines Fahrzeugdifferentials oder einer Fahrzeugachse erfolgt.

[0026] Fig. 3 zeigt einen weiteren konventionellen Kugelrampenmechanismus 62, der zum Umwandeln eines Drehmoments in eine axiale Verschiebung und somit zum Beaufschlagen einer mit einer Mehrzahl von Reiblamellen versehenen Reibungskupplung mittels einer axialen Kraft verwendet wird. Der Kugelrampenmechanismus 62 gemäß Fig.

3 umfaßt eine erste Scheibe 64 und eine zweite Scheibe 66, wobei die erste Scheibe 64 drehbar an einem Gehäuse 68 oder einer anderen Fläche befestigt ist. Die erste Scheibe 64 und die zweite Scheibe 66 weisen jeweils eine Rampe 70 auf, die sich jeweils auf einer Fläche der Scheiben gegenüberstehen. Jede der Rampen 70 hat einen vorbestimmten Winkel gegenüber einer Radialachse. Zwischen den Rampen 70 der ersten Scheibe 64 und der zweiten Scheibe 66 befindet sich eine Aufspreizkugel 72. Die Aufspreizkugel 72 rollt entlang jeder der Rampen 70, wodurch eine axiale Kraft in Reaktion auf das Drehmoment geschaffen wird, mit dem der Kugelrampenmechanismus 62 beaufschlagt wird. An einer äußeren Fläche der zweiten Scheibe 66 sind eine Mehrzahl von Zähnen 74 vorgesehen, die mit dem Getriebe oder dem Zahnrad 76 eines Motors oder Untersetzungsgetriebes kämmt, das mit einem Motor verbunden ist. Auf diese Weise erzeugt jeder Drehmomentbetrag, der vom Getriebe 76 als Drehbewegung übertragen wird, eine vorbestimmte Axialbewegung oder einen vorbestimmten Abstand der Kugelrampenscheiben 64, 66, wodurch ein Einrücken eines Kupplungspakets und eine Übertragung von Drehmoment zu den Fahrzeugrädern eines Autos ermöglicht wird. Der konventionelle Kugelrampenmechanismus 62 umfaßt auch eine Mehrzahl von Federn 78, die axial ausgerichtet ist und die erste Scheibe 64 und die zweite Scheibe 66 miteinander verbindet. Diese Federn 78 werden dazu verwendet, den Kugelrampenmechanismus 62 in seine Gleichgewichtslage zurückzuführen, in welcher die Scheiben 64, 66 ihren geringsten Abstand zueinander haben. Wenn die Scheiben 64, 66 ihren geringsten Abstand aufweisen, ist das Reibungskupplungspaket nicht eingerückt und es erfolgt keine Drehmomentübertragung über ein Achsdifferential.

[0027] Die Fig. 4 und 6 zeigen einen doppelstufigen Rampenmechanismus 80 gemäß der vorliegenden Erfindung. Der doppelstufige Rampenmechanismus 80 kann in jedem elektrischen oder mechanischen Einrücksystem, oder in einer Kombination aus beiden, zur Betätigung einer Reibungskupplung verwendet werden. Im allgemeinen werden die Reibungskupplungen in Allrad- oder Vierrad-Antriebsstrangsystemen verwendet. Diese Systeme übertragen Drehmoment in Abhängigkeit von den Straßenbedingungen, denen das Kraftfahrzeug 12 ausgesetzt ist, auf bestimmte Achsen oder Räder. Der doppelstufige Rampenmechanismus 80 umfaßt ein Gehäuse 40. Das Gehäuse 40 weist eine Mehrzahl von Rampen 82 an seiner Innenfläche auf. Im Querschnitt sind die Mehrzahl der Rampen 82 an der Innenfläche des Gehäuses 40 sägezahnförmig ausgebildet. Eine erste Kugelrampenscheibe 84 wirkt mit dem Gehäuse 40 an der Innenfläche des Gehäuses 40 zusammen. Die erste Kugelrampenscheibe 84 umfaßt an ihrer Außenfläche eine Mehrzahl von ersten Rampen 86. Die ersten Rampen 86 der ersten Kugelrampenscheibe 84 wirken mit der Mehrzahl von Rampen 82 am Gehäuse 40 zusammen. Die Mehrzahl der ersten Rampen 86 der ersten Kugelrampenscheibe 84 haben im allgemeinen einen hohen oder großen Rampenwinkel, durch den ein kleines Verhältnis von Drehung zu axialer Weglänge entsteht, wodurch ein schneller Eingriff des doppelstufigen Rampenmechanismus 80 ermöglicht wird. In einer der Ausführungen ist der hohe oder große Winkel beta ( $\beta$ ) der ersten Rampen 86 in Bezug auf eine radiale Achse größer oder gleich  $2^\circ$ . Der große Winkel beta ( $\beta$ ) der ersten Rampen 86 auf der ersten Kugelrampenscheibe 84 paßt zu und wirkt zusammen mit den Rampen 82 an der Innenfläche des stationären Gehäuses 40. Aus diesem Grund hat das Gehäuse 40 den umgekehrten Winkel von beta ( $\beta$ ), wodurch ein Zusammenwirken damit möglich wird. Das ermöglicht auch eine Verschiebbarkeit der Mehrzahl der ersten Rampen 86 gegenüber der Mehrzahl der Rampen 82 des Gehäuses

40, wodurch eine axiale Verschiebung der ersten Kugelrampenscheibe 84 gegenüber dem Gehäuse 40 verursacht wird.

[0028] Die erste Kugelrampenscheibe 84 weist auch eine Mehrzahl von zweiten Rampen 88 auf der den ersten Rampen 86 entgegengesetzten Seite auf. Die Mehrzahl der zweiten Rampen 88 weist einen kleinen Winkel alpha ( $\alpha$ ) in Bezug auf eine Radialachse auf, um eine hohe Einrückkraft bei kleinen Antriebsdrehmomenten bereitzustellen. In einer der Ausführungen ist der kleine Winkel alpha ( $\alpha$ ) kleiner als  $2^\circ$ . Die erste Kugelrampenscheibe 84 umfaßt auch eine Mehrzahl von Ausnehmungen 90 an einer Innenfläche.

[0029] Der doppelstufige Rampenmechanismus 80 weist nächst der ersten Kugelrampenscheibe 84 eine zweite Kugelrampenscheibe 92 auf. Die zweite Kugelrampenscheibe 92 umfaßt an einer der ersten Kugelrampenscheibe 84 zugewandten Seite eine Mehrzahl von Rampen 94. Bei der zweiten Kugelrampenscheibe 92 sind ebenfalls mehrere Ausnehmungen 96 an einer Innenfläche ausgebildet, wobei die Ausnehmungen 96 zu den Ausnehmungen 90, die in der ersten Kugelrampenscheibe 84 vorgesehen sind, benachbart sind und ihnen gegenüberliegen. In einer der Ausführungen haben die Kugelrampen 94 der zweiten Kugelrampenscheibe 92 einen vorbestimmten Winkel. Die zweite Kugelrampenscheibe 92 weist an ihrem Außenumfang eine Mehrzahl von Zähnen 98 auf, die mit einem Stellmotor oder einem Untersetzungsgetriebe 100 in Eingriff kommen. Die Kugelrampenscheibe 92 erhält vom Getriebe 100 ein Drehmoment, wodurch die Kugelrampenscheibe 92 in eine vorbestimmte Richtung in Drehung versetzt wird. Eine Mehrzahl von Aufspreizkugeln 102 befindet sich gleichzeitig zwischen den Rampen 94 der zweiten Kugelrampenscheibe 92 und den zweiten Rampen 88 der ersten Kugelrampenscheibe 84. In einer der Ausführungen werden sechs Aufspreizkugeln 102 für den doppelstufigen Rampenmechanismus 80 verwendet, wobei jedoch je nach Bedarf und in Abhängigkeit von den Konstruktionserfordernissen der Reibungskupplung und des Rampenmechanismus jede beliebige Anzahl von Kugeln 102 verwendet werden kann. Die Kugeln 102 rollen während des Betriebs entlang den zweiten Rampen 88 der ersten Kugelrampenscheibe 84 und den Rampen 94 der zweiten Kugelrampenscheibe 92, wobei sie während des Rollvorgangs auf den Winkel alpha ( $\alpha$ ) treffen und auf ihn reagieren, der sich in den zweiten Rampen 88 der ersten Kugelrampenscheibe 84 befindet, wodurch sie eine Kraft erzeugen, die eine Axialbewegung oder eine axiale Wegstrecke der zweiten Kugelrampenscheibe 92 des doppelstufigen Rampenmechanismus 80 verursacht.

[0030] Ein Federelement 104 ist zwischen der ersten und der zweiten Kugelrampenscheibe 84, 92 angeordnet. Die Feder 104 ist gleichzeitig in den Ausnehmungen 90 und 96 der ersten Kugelrampenscheibe 84 bzw. der zweiten Kugelrampenscheibe 92 aufgenommen. Die Ausnehmungen 90, 96 sind im allgemeinen benachbart und liegen sich gegenüber. Das Federelement 104 definiert eine axiale Vorspannung und bestimmt auch, wann das System vom Winkel beta ( $\beta$ ) der ersten Rampen 86 auf den Winkel alpha ( $\alpha$ ) der zweiten Rampen 88 der ersten Kugelrampenscheibe 84 umschaltet. Sobald der Reibungswiderstand der ersten Rampen 86 die Federvorspannung ( $F_{spring}$ ) des Federelements 104 überwindet, wird die Bewegung der ersten Rampen 86 gegenüber dem Gehäuse 40 gestoppt und die zweiten Rampen 88 nehmen ihre Arbeit auf. Es sei darauf hingewiesen, daß das Federelement 104 entlang einer Radialachse der Scheiben 84, 92 angeordnet ist. Aus diesem Grund wird der doppelstufige Rampenmechanismus 80 durch die Verwendung des Federelements 104 zu einer selbstregulierenden Vorrichtung, die ein Einrückverhältnis mit einem kleinen Winkel bei einer geringen Einrückkraft bereitstellt und ein Verhält-



nis mit einem großen Winkel, sobald das Kupplungspaket 106 oder eine sonstige Vorrichtung, die zusammengedrückt werden soll, hohe Einrückkräfte benötigt. Der doppelstufige Einrückmechanismus 80 wechselt automatisch von dem großen Rampenwinkel  $\beta$  der ersten Rampen 86 der ersten Kugelrampenscheibe 84, d. h. von einer geringen axialen Kraft, aber einer großen axialen Hublänge, zu dem kleinen Rampenwinkel  $\alpha$  der zweiten Rampen 88 der ersten Kugelrampenscheibe 84, d. h. zu einer hohen Einrückkraft während der verschiedenen Stadien, die erforderlich sind, um das Einrücken des Kupplungspakets 106 des elektromechanischen Einrücksystems einer Reibungskupplung sicherzustellen. Diese Doppelstufe, die automatisch aktiviert wird, minimiert die erforderliche Winkeldrehung der zweiten Kugelrampenscheibe 92 und das vom Stellmotor 100 zu erzeugende Drehmoment, indem die Einrückkraft und die Einrückhublänge des doppelstufigen Mechanismus maximiert werden.

[0031] Die Reibungskraft der ersten Rampen 86 der ersten Kugelrampenscheibe 84 ist eine Funktion des Winkels  $\beta$  und der axialen Kraft, die durch die Drehung der ersten Kugelrampenscheibe 84 gegenüber dem Gehäuse 40 erzeugt wird. Deshalb definiert die Beziehung des Winkels  $\beta$  zur Federvorspannung ( $F_{spring}$ ) des Federelements 104 den Übergangspunkt zwischen den beiden Arbeitsstufen des zweistufigen Rampenmechanismus 80. Der Übergang von Stufe Eins zu Stufe Zwei ist deshalb abhängig von der axialen Lastspannung und nicht von der axialen Weglänge. Dadurch wird das System unabhängig von den Einbautoleranzen und Verschleißzuständen, die bei den konventionellen Kugelrampenvorrichtungen und Kupplungspakete eine Rolle gespielt haben. Ein großer Winkel  $\beta$  an den ersten Rampen 86 der ersten Kugelrampenscheibe 84 sorgt für eine große Verschiebung bei einer niedrigen Kraft. Die hohe Einrückkraft wird dann durch einen niedrigen Winkel  $\alpha$  der zweiten Rampen 88 der ersten Kugelrampenscheibe 84 bereitgestellt, der eine maximale Einrückkraft bei maximalem Antriebsdrehmoment liefert. Dadurch kann ein kleinerer Motor im Einrücksystem verwendet werden, wodurch eine Verringerung des Gewichts und der Komplexität des Systems erreicht wird. Es sei darauf hingewiesen, daß die ersten Rampen 86 der ersten Kugelrampenscheibe 84 auch mit einem Winkel  $\beta$  direkt in dem stationären Gehäuse 40 konstruiert sein können, was für die erforderliche nicht-drehbare Befestigung der ersten Kugelrampenscheibe 84 sorgt, die nötig ist, damit der Kugelrampenmechanismus 80 richtig funktionieren kann. Es sei auch darauf hingewiesen, dass die Flächen zwischen der ersten Kugelrampenscheibe 84 und dem Gehäuse 40 zum Dämpfen des Einflusses der Umkehrbewegung der Scheiben 84, 92 so ausgeführt sind, dass sie Ausnehmungen aufweisen, die mit Öl gefüllt sind, wodurch eine Flüssigkeitsdämpfungswirkung erreicht wird, wenn der zweistufige Rampenmechanismus 80 in seine Gleichgewichtsposition oder Position des geringsten Abstandes zurückgesetzt wird. Es sei ebenfalls angemerkt, dass der Stellmotor 100 auch in Umkehrrichtung betätigt werden kann, um den Kugelrampenmechanismus 80 vollständig zu lösen, wodurch der Mechanismus zu einem System wird, das nur zeitweise bei Bedarf zur Drehmomentübertragung verwendet wird.

[0032] Fig. 5 zeigt einen Graph, der den Drehwinkel in Grad zur axialen Weglänge in Millimeter in Beziehung setzt. Der Graph zeigt, dass herkömmliche Rampen mit einem kleinen Winkel ( $\theta_1$ ), die durch eine untere Linie dargestellt sind, einen größeren Drehungsgrad im Sinne des Drehwinkels benötigen, um einen kleinen Strecke axialen Weges zurückzulegen. In anderen konventionellen Kugelrampensystemen, die einen größeren Rampenwinkel ( $\theta_2$ ) haben, er-

böt der gleiche Drehwinkelbetrag, wie er für ( $\theta_1$ ) verwendet wurde, die axiale Weglänge des Kugelrampenmechanismus. Die Linie, die den Kugelrampenmechanismus gemäß der vorliegenden Erfindung repräsentiert, umfaßt den Anfangswinkel  $\beta$  ( $\theta$ ), der zeigt, daß ein kleiner Drehwinkel verwendet wird, um eine anfänglich große Axialbewegung des doppelstufigen Rampenmechanismus 80 zu erzeugen. Nach dieser anfänglich großen Axialbewegung sind die zweite Rampen 88, die den kleineren Winkel ( $\alpha$ ) aufweisen, in Wirkung, wodurch mit jeder weiteren Erhöhung des Drehwinkels der Vorrichtung kleinere Axialbewegungen dargestellt werden. Dadurch wird eine präzisere Steuerung des Einrückvorgangs des Kupplungspakets und damit eine exaktere Steuerung der Drehmomentübertragung zu den Fahrzeugrädern möglich. Die anfänglich große Axialbewegung bei kleinem Drehwinkel überwindet die den Kugelrampenvorrichtungen nach dem Stand der Technik eigenen Probleme, indem die Wirkung der Freigänge beim Kupplungspaket (C) und der Einbautoleranzen (D) innerhalb der Antriebsstrangsysteme aufgehoben wird. Die Beseitigung dieser Faktoren ermöglicht es, daß durch den Winkel  $\alpha$  der zweiten Rampen 88 das erforderliche Drehmoment präziser über das Kupplungspaket 106 weitergeleitet wird, was zu einer exakteren Steuerung und Funktion des Antriebsstrangs führt.

[0033] Fig. 6 zeigt ein erfindungsgemäßes Achsdifferential 22. Das Achsdifferential 22 umfaßt ein Gehäuse 40. Ein Differentialkorb 108 oder eine andere Art von Halterung ist innerhalb des Gehäuses 40 drehbar gelagert. Ein Differentialrädersatz 110 ist innerhalb des Differentialkorbs 108 drehbar gelagert. Zumindest ein Kupplungspaket 106 ist innerhalb des Differentialkorbs 108 angeordnet und mit dem Differentialrädersatz 110 an seiner einen Seite und mit einem Druckring 112 an seiner anderen Seite in Kontakt. Der doppelstufige Kugelrampenmechanismus 80 ist zwischen dem Gehäuse 40 und dem Differentialkorb 108 angeordnet. Das Gehäuse 40 weist eine Mehrzahl von Rampen 82 an einer Innenfläche auf. Eine erste Rampenscheibe 84 wirkt mit dem Gehäuse 40 an den Rampen 82 zusammen. Die erste Kugelrampenscheibe 84 weist erste Rampen 86 an seiner Außenfläche auf, die mit den Rampen 82 des Gehäuses 40 zusammenwirken. Direkt neben der ersten Kugelrampenscheibe 84 ist eine zweite Kugelrampenscheibe 92 vorgesehen. Die zweite Kugelrampenscheibe 92 weist ein Axiallager 114 auf, das mit einer Innenfläche zusammenwirkt. Eine Druckscheibe 116 wirkt mit dem Axiallager 114 auf der der zweiten Kugelrampenscheibe 92 abgewandten Seite zusammen. Ein Stift oder eine Stange 118 wirkt mit der Druckscheibe 116 an deren gegenüberliegender Seite zusammen. Der Stift oder die Stange 118 ist innerhalb einer Öffnung 120 im Differentialkorb 108 angeordnet und wirkt mit einem Druckring 112 zusammen, der mit dem Kupplungspaket 106 innerhalb des Differentialkorbs 108 zusammenwirkt. Der Differentialkorb 108 wirkt allgemein als offenes Differential und liefert gleiche Verteilung des Drehmoments auf jede der Achswellen einer Vorder- oder einer Hinterachse.

[0034] Während des Betriebs schaltet sich der doppelstufige Kugelrampenmechanismus ein, wenn ein Schlupfzustand an der primär angetriebenen Fahrzeugachse auftritt. Der Motor überträgt ein Drehmoment an die zweite Kugelrampenscheibe 92. Die zweite Kugelrampenscheibe 92 wird in einer vorbestimmten Richtung und mit einem anfänglich niedrigen Drehmoment in Drehung versetzt, wodurch die erste Stufe des doppelstufigen Kugelrampenmechanismus in Eingriff kommt. Die erste Stufe umfaßt, daß die erste Kugelrampenscheibe 84 gegenüber dem Gehäuse 40 rotiert. Dies geschieht, weil das anfängliche Drehmoment klein ist und

nicht die vorbestimmte Federvorspannung ( $F_{spring}$ ) des Federelements 104 überwinden kann. Dadurch dreht sich die erste Kugelrampenscheibe 84 gegenüber dem Gehäuse 40, bis die Reibungskraft zwischen den ersten Rampen 86 und den Rampen 82 des Gehäuses 40 die Vorspannung des Federelements 104 überwindet, wobei die ersten Rampen 86 zu diesem Zeitpunkt aufhören, sich gegenüber dem Gehäuse 40 zu drehen. Sobald die erste Kugelrampenscheibe 84 aufhört, sich gegenüber dem Gehäuse 40 zu drehen, erfolgt der Übergang zur zweiten Stufe und die zweite Kugelrampenscheibe 92 beginnt sich gegenüber der ersten, jetzt stillstehenden Kugelrampenscheibe 84 zu drehen. Diese Drehung der zweiten Kugelrampenscheibe 92 gegenüber der ersten Kugelrampenscheibe 84 erfolgt zwischen den zweiten Rampen 88 der ersten Kugelrampenscheibe 84 und den Rampen 94 der zweiten Kugelrampenscheibe 92. Bei dem kleinen Winkel  $\alpha$  ( $\alpha$ ), mit dem jede der Rampen 88 ausgelegt ist, rollen die Aufspreizkugeln 102 entlang den Rampen 88, 94, wodurch sie die Kugelrampenscheiben 88, 92 in axialer Richtung voneinander entfernen. Die axiale Kraft wird auf den Druckring 116 übertragen, der sie wiederum an den Stift 118 und dann an den Druckring 112 weitergibt. Die axiale Kraft drückt dann die Reiblamellen 106 des Kupplungspakets 108 zusammen und sorgt für eine Drehmomentübertragung des Antriebsdrehmoments des Differentialkorbs 108 an die Achswellen 26, 28 des Kraftfahrzeugs. Wenn das Durchdrehen der Räder beendet ist, kann die Laufrichtung des Stellmotors 100 entweder umgekehrt werden, wodurch der zweistufige Kugelrampenmechanismus 80 auf seine kleinste Breite geschlossen wird. Es sei auch darauf hingewiesen, daß der Stellmotor im Rückwärtsgang aktiviert werden kann, um das System vollständig zu lösen, wobei jedoch auch jedes andere mechanische Mittel, wie z. B. die darin vorgesehenen Federelemente 104, eine solche Rückstellung bewirken können. Es sei angemerkt, daß das vorstehende Beispiel nur für einen Differentialrädersatz mit einem offenen Differential beschrieben worden ist, dass jedoch alle anderen Arten von Vorrichtungen, welche Kugelrampenmechanismen verwenden, benutzt werden kann. Darüber hinaus ist die vorliegende Erfindung auch für andere Arten von offenen Differentialen, wie z. B. Planetenradgetrieben, von Vorteil oder der doppelstufige Rampenmechanismus kann mit anderen bekannten Arten von Hinterachsgetrieben verwendet werden, um ein Einrücksystem für ein Kupplungspaket in einem Antriebsstrangsystem zu schaffen.

[0035] Die vorliegende Erfindung wurde vorstehend nur beispielhaft beschrieben. Es versteht sich, daß die verwendete Terminologie rein beschreibende Funktion haben soll und nicht einschränkend gemeint ist.

[0036] Viele Modifikationen und Variationen der vorliegenden Erfindung sind im Licht der obigen Lehre möglich. Daher kann der vorliegende Erfindungsgegenstand im Bereich der zugehörigen Ansprüche auch abweichend von der spezifischen Beschreibung ausgeführt sein.

#### Patentansprüche

1. Einrückmechanismus (80) zur Verwendung in einem Gehäuse (40), wobei der genannte Einrückmechanismus (80) folgendes umfaßt:  
eine erste Rampenscheibe (84), die mit dem Gehäuse (40) zusammenwirkende erste Rampen (86) auf einer Seite aufweist, wobei die genannte erste Rampenscheibe (84) zweite Rampen (88) auf der den ersten Rampen entgegengesetzten Seite umfaßt, und  
eine zweite Rampenscheibe (92) nächst der ersten Rampenscheibe (84), wobei die genannte zweite Rampenscheibe (92) erste Rampen (94) auf einer Seite auf-

weist, wobei die genannten ersten Rampen (94) der zweiten Rampenscheibe (92) den zweiten Rampen (88) der ersten Rampenscheibe (84) zugewandt sind.

2. Einrückmechanismus (80) nach Anspruch 1, wobei Kugeln (102) zwischen der genannten ersten Rampenscheibe (84) und der genannten zweiten Rampenscheibe (92) angeordnet sind.

3. Einrückmechanismus (80) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die zweite Rampenscheibe (92) drehbar antreibbar ist.

4. Einrückmechanismus (80) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner umfassend eine Feder (104), die zwischen der ersten Rampenscheibe (84) und der zweiten Rampenscheibe (92) vorgesehen ist.

5. Einrückmechanismus (80) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die genannten ersten Rampen (86) der genannten ersten Rampenscheibe (84) einen großen Winkel ( $\beta$ ) aufweisen, um ein niedriges Verhältnis zwischen einer Drehwirkung und einer Linearbewegung bereitzustellen.

6. Einrückmechanismus (80) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die genannten zweiten Rampen (88) der genannten ersten Rampenscheibe (84) und die genannten ersten Rampen (94) der genannten zweiten Rampenscheibe (92) einen kleinen Winkel ( $\alpha$ ) aufweisen.

7. Einrückmechanismus (80) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei die genannte Feder (104) eine bestimmte Vorspannung ( $F_{spring}$ ) hat und diese Vorspannung eine axiale Belastung definiert, bei der der Mechanismus von den genannten ersten Rampen (86) der genannten ersten Rampenscheibe (84) zu den genannten zweiten Rampen (88) der ersten Rampenscheibe (84) umschaltet.

8. Einrückmechanismus (80) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei ein Fluid zwischen der genannten ersten Rampenscheibe (84) und dem Gehäuse (40) eingefüllt ist.

9. Einrückmechanismus (80) zur Verwendung in einem Fahrzeug, wobei der genannte Einrückmechanismus (80) folgendes umfaßt:

ein Gehäuse (40);

eine erste Kugelrampenscheibe (84), die mit dem Gehäuse (40) auf einer Seite zusammenwirkt;

eine nächst der genannten ersten Kugelrampenscheibe (84) vorgesehene zweite Kugelrampenscheibe (92) auf einer Seite, die dem genannten Gehäuse (40) abgewandt ist; und

eine Feder (104), die zwischen der genannten ersten Kugelrampenscheibe (84) und der genannten zweiten Kugelrampenscheibe (92) angeordnet ist.

10. Einrückmechanismus (80) nach Anspruch 9, wobei die genannte erste Kugelrampenscheibe (84) eine Mehrzahl von ersten Rampen (86) auf der genannten Seite aufweist, die mit dem Gehäuse (40) zusammenwirkt, und wobei die genannte erste Kugelrampenscheibe (84) eine Mehrzahl von zweiten Rampen (88) auf der genannten Seite aufweist, die mit der genannten zweiten Kugelrampenscheibe (92) zusammenwirkt.

11. Einrückmechanismus (80) nach Anspruch 10, wobei die genannte zweite Kugelrampenscheibe (92) eine Mehrzahl von Rampen (94) auf der genannten Seite aufweist, die mit der genannten ersten Kugelrampenscheibe (84) zusammenwirkt.

12. Einrückmechanismus (80) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei die genannte erste Kugelrampenscheibe (84) zumindest eine Ausnehmung (90) auf der genannten Seite aufweist, die mit der genannten zwei-



ten Kugelrampenscheibe (92) zusammenwirkt und wobei die genannte zweite Kugelrampenscheibe (92) zumindest eine Ausnehmung (96) auf der genannten Seite aufweist, die mit der genannten ersten Kugelrampenscheibe (84) zusammenwirkt.

13. Einrückmechanismus (80) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei die genannte Feder (104) innerhalb der genannten Ausnehmungen (90, 96) der ersten und der zweiten Kugelrampenscheiben (84, 92) angeordnet ist.

14. Einrückmechanismus (80) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, der ferner eine Mehrzahl von Kugeln (102) umfaßt, die mit einer der genannten Mehrzahl von zweiten Rampen (88) der genannten ersten Kugelrampenscheibe (84) und mit einer der genannten Mehrzahl von Rampen (94) der genannten zweiten Kugelrampenscheibe (92) in Kontakt sind.

15. Einrückmechanismus (80) nach einem der Ansprüche 9 bis 14, wobei die genannten ersten Rampen (86) der genannten ersten Kugelrampenscheibe (84) einen großen Winkel ( $\beta$ ) gegenüber einer Radialachse aufweisen.

16. Einrückmechanismus (80) nach einem der Ansprüche 9 bis 15, wobei die genannten zweiten Rampen (88) der genannten ersten Kugelrampenscheibe (84) einen kleinen Winkel ( $\alpha$ ) gegenüber einer Radialachse aufweisen.

17. Einrückmechanismus (80) nach einem der Ansprüche 9 bis 16, wobei das genannte Gehäuse (40) eine Mehrzahl von Rampen (82) aufweist, die mit den genannten ersten Rampen (86) der genannten ersten Kugelrampenscheibe (84) in Wechselwirkung stehen.

18. Einrückmechanismus (80) nach Anspruch 15, wobei der große Winkel ( $\beta$ ) mehr als  $2^\circ$  beträgt.

19. Einrückmechanismus (80) nach Anspruch 16, wobei der kleine Winkel ( $\alpha$ ) weniger als  $2^\circ$  beträgt.

20. Achsdifferential zur Verwendung in einem Fahrzeug, wobei das genannte Differential folgendes umfaßt:

ein Gehäuse (40);

ein Differentialkorb (108), das in dem genannten Gehäuse (40) drehbar gelagert ist;

zumindest ein Kupplungspaket (106), welches innerhalb des Differentialkorbs (108) angeordnet ist;

eine erste Kugelrampenscheibe (84), die auf einer Seite mit dem Gehäuse (40) zusammenwirkt, wobei die genannte erste Kugelrampenscheibe (84) erste Rampen (86) auf der Seite aufweist, die mit dem Gehäuse (40) zusammenwirkt und zweite Rampen (88) auf der Seite hat, die dem Gehäuse (40) abgewandt ist;

eine nächst der genannten ersten Kugelrampenscheibe (84) vorgesehene zweite Kugelrampenscheibe (92), die auf der Seite der genannten zweiten Rampen (88) angeordnet ist;

Kugeln (102), die zwischen der genannten ersten Kugelrampenscheibe (84) und der genannten zweiten Kugelrampenscheibe (92) angeordnet sind, sowie

Federn (104), die mit der genannten ersten Kugelrampenscheibe (84) und der genannten zweiten Kugelrampenscheibe (92) in Kontakt sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

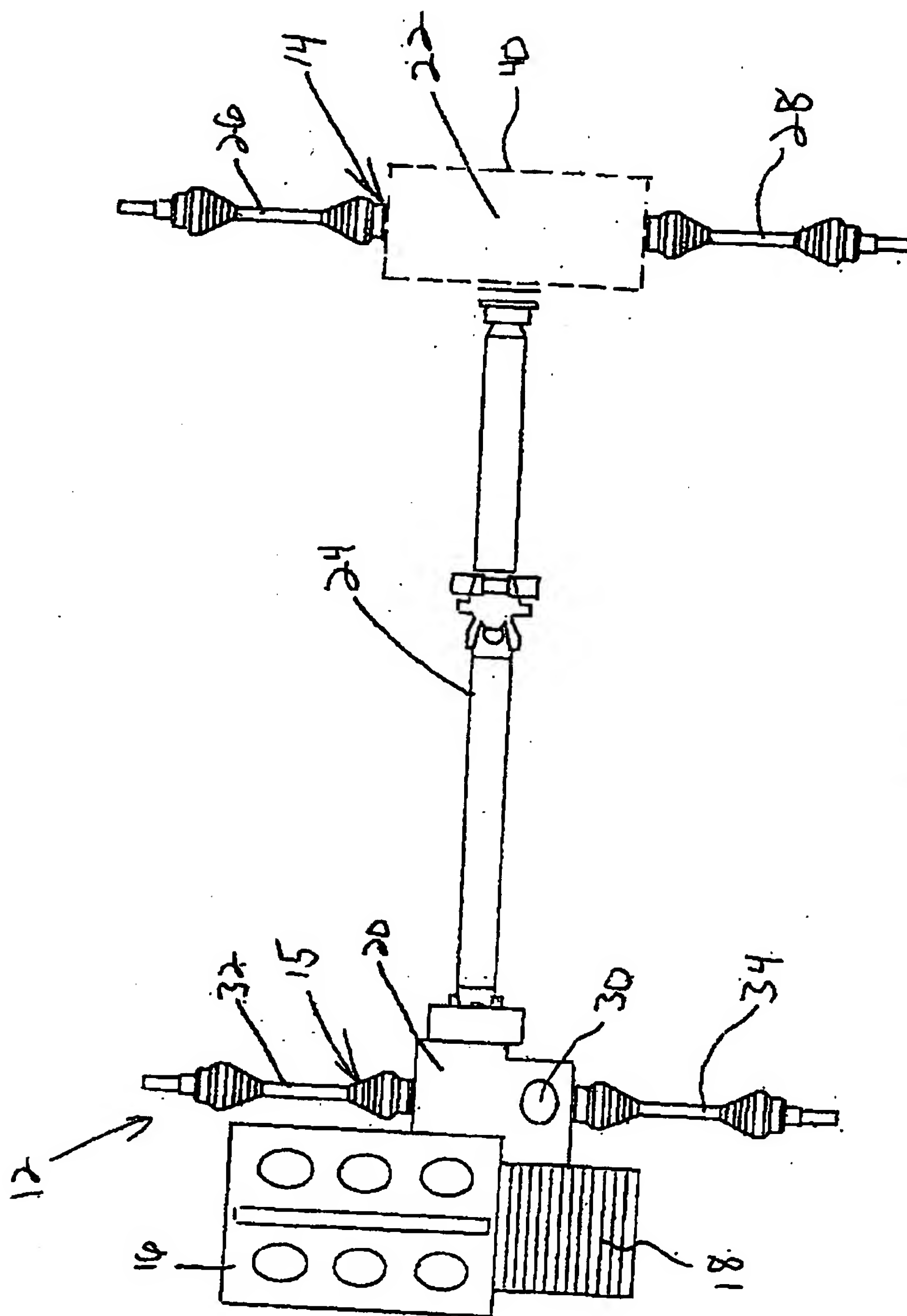


FIG. 1



